

мЗв/ч. При расчете обнаружено, что максимальная мощность гамма-излучения регистрируется датчиками, расположенными под днищем контейнера, т.к. пеналы со стороны днища контейнера имеют только слой бетона толщиной 220 мм. В дальнейшем предполагается рассмотреть уменьшение загрузки РАО в контейнер и возможность размещения у днища пенала слоя свинцовой дробы.

Список использованных источников

1. Русских И.М., Селезнев Е.Н., Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е. Экспериментально-теоретическое исследование органометаллических радиационно-защитных материалов, адаптированных к источникам излучения со сложным изотопным составом // Ядерная физика и инжиниринг. 2014. том 5. № 5. С. 449-455.

2. Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е., Лукьяненко В.Ю., Михайлова А.Ф., Русских И.М., Селезнев Е.Н., Козлов А.В. Оптимизация состава радиационной защиты // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2015. № 4. С. 36-42.

УДК 624.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМООБРАБОТКИ И СПЕКАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ОКСИДОВ МАГНИЯ

STUDY OF HEAT TREATMENT AND SINTERING OF SYNTHETIC MAGNESIUM OXIDE

Воскрецова Е. А., Земляной К. Г.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, katyshka-94@inbox.ru

Voskretcova E. A., Zemlyanoy K. G.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Рассмотрены процессы термического разложения природных (брусит) и синтетических (гидроксид магния, гидрокарбонат магния) соединений магния. Проведено исследование спекаемости оксида магния, полученного из синтетических продуктов гидрохимической переработки техногенных отходов в чистом виде, и использование малых количеств эвтектоидных добавок.

Abstract: The processes of thermal decomposition of natural (brucite) and synthetic (magnesium hydroxide, magnesium carbonate) magnesium compounds were considered. Research of sintering magnesium oxide produced from synthetic products from hydro-chemical processing of industrial waste in a pure form and using small amounts of additives eutectoid was performed.

Ключевые слова: брусит; оксид магния; спекание; эвтектоидная добавка.
Key words: brucite; magnesium oxide; sintering; additive eutectic.

В настоящее время основной технологией производства оксида и сульфата магния является его изготовление из различных природных пород – магнезита, брусита, доломита, а также из бишофита, морской воды и техногенных отходов [1, 2].

Несмотря на одно из ведущих мест в мире по суммарным запасам магнийсодержащих материалов, Россия, на сегодня, не может обеспечить себя полностью чистыми (не менее 98 % MgO) магнийсодержащими материалами, и вынуждена экспортировать ежегодно до 2,5 млн т оксида магния в виде жженой магнезии, огнеупорных и металлургических порошков (спеченных и плавленных). В России практически нет производства чистого оксида магния [3].

Между тем еще одним источником магния могут служить горные магнийсодержащие породы: серпентиниты, дуниты и т. д. Они добываются и складываются миллионами тонн, накоплены в настоящее время в отвалах и хранилищах горнодобывающих и металлургических предприятий в объемах до 15–20 млрд т, и могут перерабатываться на чистые магнийсодержащие продукты различными методами химического обогащения [4–10].

По литературным данным для получения плотного продукта существует два метода. Первым методом является спекание при довольно высоких температурах, что требует значительных энергозатрат. Вторым же методом является использование эвтектических спекающих добавок, благотворно влияющих на химизм спекания, в результате чего можно получать плотные огнеупоры с низкой открытой пористостью при более низких температурах.

Цель данной работы состоит в выявлении особенностей получения материалов (табл. 1) на основе синтетического MgO, модифицированного добавками эвтектических составов системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MgO}$, что позволит создать энерго- и ресурсоэффективные технологии огнеупорных материалов, обладающих высоким уровнем физико-механических свойств и относительно низкой температурой спекания.

Сырьем для исследования были выбраны чистые гидрокарбонат и гидроксид магния, полученные путем гидрохимической переработки серпентинитов Баженовского месторождения (отходы ОАО «Ураласбест», г. Асбест Свердловской обл.). Для сравнения использован брусит Кульдурского месторождения. Серпентинит Баженовского месторождения в виде отходов асбестовой промышленности или в виде серпентинитовых отвалов пустой породы ежегодно образуется на комбинате «Ураласбест» в количестве 60 млн т.

Свойства исследуемых материалов и основные результаты исследования представлены в табл. 2–3.

Таблица 1

Свойства исследуемых материалов

Показатели	Содержание для образца		
	Брусит	Гидрокарбонат магния	Гидроксид магния
Химический состав, мас. %			
MgO	67,30	43,62	67,11
CaO	1,54	0,41	0,43
SiO ₂	0,12	0,09	0,08
Fe ₂ O ₃	0,02	0,00	0,00
R ₂ O	0,11	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,06	0,00	0,00
$\Delta m_{\text{прк}}$	31,30	56,73	32,21
$S_{\text{уд}}, \text{м}^2/\text{г}$	6,70	12,70	34,80
Вещественный состав, мас. %			
магнезит MgCO ₃	-	-	-
доломит CaMgCO ₃	4,60	-	-
кварцит SiO ₂	-	-	-
брусит Mg(OH) ₂	93,50	-	100,00
серпентин Mg ₃ (Si ₂ O ₅)(OH) ₄	1,10	-	-
кальцит CaCO ₃	0,70	-	-
гидромагнезит Mg ₅ (CO ₃) ₄ (OH) ₂ ·4H ₂ O	-	100,00	-

Таблица 2

Размеры кристаллов периклаза по данным РФА

Исходный материал	Размер кристаллов периклаза (ОКР), нм, после термообработки				
	200 °C	400 °C	500 °C	600 °C	800 °C
Гидрокарбонат магния	-	-	3,7	9,0	21,3
Гидроксид магния	-	-	2,2	6,3	20,8

Экспериментальные исследования показали, что существенное снижение (на 50-150 °C) температуры спекания магниевых порошков с улучшением прочностных характеристик может быть достигнуто с применением комплексных эвтектических спекающих добавок. Для снижения температуры спекания магниевых порошков, полученных синтетическим способом, были использованы эвтектические добавки с температурой плавления 1350 °C в области кристаллизации метасиликата магния системы SiO₂–Al₂O₃–MgO.

Таблица 3

Сравнительные значения пористости и плотности магнийсодержащих продуктов при 1600 °С

Магнийсодержащий продукт	П _{отк.ср} , %	ρ _{каж.ср} , г/см ³
Синтетический гидроксид магния	45	2,01
Синтетический гидрокарбонат магния	20	2,84
Синтетический гидроксид магния с добавкой 6,2 мас. %	34	2,46
Синтетический гидрокарбонат магния с эвтектической добавкой 6,2 мас. %	38	2,27
Брусит с добавкой 6,2 мас. %	14	2,97
Синтетический гидроксид магния с добавкой 5,2 мас. %	45	2,73
Брусит с добавкой 5,2 мас. %	33	2,60
Синтетический гидроксид магния с добавкой 7,2 мас. %	24	3,17
Брусит с добавкой 7,2 мас. %	13	3,05

Применение низкотемпературной эвтектической смеси (содержание не более 2,0 мас. %) обеспечивает заметное снижение температуры спекания изделий по сравнению с базовым составом.

Максимальную прочность на сжатие, кажущуюся плотность, а также низкий уровень открытой пористости имели образцы, включающие в свой состав эвтектическую добавку 7 (состав, масс. %: Al(OH)₃ – 16,0; Mg(OH)₂ – 22,0; SiO₂ – 62,0), при введении добавки в количестве 2,0 мас. %. Она позволяет снизить открытую пористость практически на 50 % и увеличить кажущуюся плотность в 1,6 раз в сочетании с эффектом энерго- и ресурсосбережения.

Список использованных источников

1. Аксельрод Л. М. Развитие огнеупорной отрасли – отклик на запросы потребителей / Л. М. Аксельрод // Новые огнеупоры. 2013. № 3. С. 107–122.
2. Смирнов А. Н. Основные тенденции развития рынка огнеупорных материалов [Электронный ресурс] URL: <http://steellab.com.ua/news/2014/01/01.php>. (дата обращения 11.11.2016).
3. Обзор рынка магнезиального сырья (магнезита и брусита) и магнезитовых порошков в СНГ (3-е изд.) / INFOMINE Research Group. М. : ИнфоМайн, 2011. 137 с.
4. Зырянова В. Н. Использование магнийсодержащих отходов в производстве строительных материалов: дис. ...канд. техн. наук / В. Н. Зырянова. Новосибирск, 1987. 249 с.
5. Перепелицын В. А. Техногенное минеральное сырье Урала / В. А. Перепелицын, В. М. Рывин, В. А. Коротеев и др. Екатеринбург : РИО УрО РАН, 2013. 332 с.

6. Хуснутдинов В. А. Физико-химические основы технологии переработки нетрадиционного магнезиального сырья на чистый оксид и другие соединений магния: дис. ... д-ра техн. наук / В. А. Хуснутдинов. Казань, 2000. 434 с.
7. Прокофьева В. В. Магнезиальные силикаты в производстве строительной керамики / В. В. Прокофьева, З. В. Багаушинов. СПб. : Золотой орел, 2005. 160 с.
8. Хорошавин Л. Б. Магнезиальные огнеупоры: справочник / Л. Б. Хорошавин, В. А. Перепелицын, В. А. Кононов. М. : Интермет Инжиниринг, 2001. 576 с.
9. Kramer D. A. Current mining of olivine and serpentine // U. S. Geological Survey Open-Pile Report, Reston. Virginia, 2002. 256 p.
10. Shand M. A. The Chemistry and Technology of Magnesia. Hoboken : John Wiley&Sons, Inc., 2006. 263 p.

УДК 691. 544: 666

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК В ЦЕМЕНТНЫЙ РАСТВОР

TECHNICAL AND ECONOMICAL FEASIBILITY OF USING DIFFERENT TYPES PLASTICIZING ADDITIVES IN THE CEMENT MORTAR

Газизова А. А., Кузьминых С. Н.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, ann-gazizova@mail.ru

Gazizova A. A., Kuzminych S. N.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Целью исследования явилась сравнительная оценка технико-экономических показателей цементного раствора с введением пластифицирующих добавок на основе лигносульфонатов, нафталинформальдегидов и поликарбоксилатов. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: выполнен аналитический обзор научно-технической литературы, исследованы сырьевые материалы и дана их характеристика, определены общие закономерности и частные показатели физико-механических свойств цементного раствора в зависимости от вида пластифицирующей добавки и проведен анализ полученных результатов.

Abstract: The aim of this investigation is the comprasion of the technical and economic performance of cement mortar by introducing plasticizers based on lignosulfonate, naphthalene formaldehyde and polycarboxylates. To achieve this goal the following tasks have been solved, namely, the analytical scientific literature review was carrying out. The raw materials were considered and their characteristics were